Ueberreicht vom Verfasser.

od autora

Bestimmung der kritischen und der Siedetemperatur des Wasserstoffes.

Von

K. Olszewski.

Separat-Abdruck aus den

Annalen der Physik und Chemie.

Neue Folge. Band 56.

1895.

Leipzig.

Johann Ambrosius Barth

(Arthur Meiner).



9. *Bestimmung der kritischen und der Siedetemperatur des Wasserstoffes; von K. Olszewski.*

(Aus dem „Bulletin International de l'Academie des Sciences de Cracovie", Juni 1895.)

In einer meiner früheren Abhandlungen[1]) habe ich eine neue Methode zur Bestimmung des kritischen Druckes der Gase beschrieben, die man kurzweg als Expansionsmethode bezeichnen könnte. Sie beruht nämlich darauf, dass ein Gas, welches sich unter hohem Druck befindet und eine höhere Temperatur als seine kritische besitzt, während einer langsamen Druckverminderung für kurze Zeit in den flüssigen Zustand übergeht. Man erkennt denselben stets an einer Trübung des Gases, welche immer in dem Augenblicke sich zeigt, in welchem bei der Expansion der kritische Druck des beobachteten Gases erreicht worden ist. Mittels dieser Expansionsmethode zeigte ich damals, dass der bis dahin unbekannte kritische Druck des Wasserstoffes 20 Atm. beträgt; gleichzeitig bewies ich auch an anderen Gasen, deren kritischer Druck genau bekannt war, und zwar an Aethylen und an Sauerstoff, dass die angewandte Methode richtig und zur Bestimmung des kritischen Druckes der Gase im allgemeinen anwendbar ist. Zugleich habe ich darauf hingewiesen, dass, solange wir keine anderen neuen Kältemittel kennen, welche uns noch niedrigere Temperaturen zu erzielen ermöglichen würden, als dies bei Anwendung des flüssigen Sauerstoffes und der verflüssigten Luft erreichbar ist, die Expansionsmethode als das einzige Hülfsmittel zur Bestimmung nicht nur des kritischen Druckes des Wasserstoffes, sondern auch seiner kritischen Temperatur, verbleibt. Denn wenn es gelingen möchte, die Temperatur des Wasserstoffes während

1) K. Olszewski, Ueber den kritischen Druck des Wasserstoffes, Abhandl. der Akademie der Wissenschaften in Krakau, **23.** p. 385. 1891 (polnisch); Bulletin Intern. de l'Acad. de Cr. Mai 1891, p. 192 (deutscher Auszug); Phil. Mag. (5) **39.** p. 199. 1895.



seiner Expansion bis zum kritischen Drucke (d. i. im Augenblicke des Aufkochens) mittels eines äusserst empfindlichen Messapparates zu bestimmen, so würde diese Temperatur ohne Zweifel der kritischen Temperatur dieses Gases entsprechen.

Als ich nun meine im Jahre 1891 begonnene Arbeit von neuem aufnahm, glaubte ich ein aus sehr dünnen Argentan- und Kupferdrähten bestehendes Thermoelement zur Temperaturmessung mit gutem Erfolge anwenden zu können. Ich kam aber auf Grund einiger in dieser Richtung vorgenommener Versuche sehr bald zur Einsicht, dass sich ein Thermoelement zu derartigen Experimenten keineswegs eignet. Erstens ist nämlich ein aus zwei zusammengelötheten Drähten bestehendes Thermoelement nie dünn genug, um die Temperatur des dasselbe umgebenden Gases augenblicklich anzunehmen. Ferner verliert das Thermoelement bei ganz niedrigen Temperaturen sehr rasch seine Empfindlichkeit und deshalb stehen die Ausschläge des Galvanometers in keinem proportionalen Verhältniss zu der mittels eines Wasserstoffthermometers gemessenen Temperaturerniedrigung. Somit ist das Messen niedriger Temperaturen vermittels eines Thermoelementes nur in den Grenzen möglich, innerhalb welcher dieses mit einem Wasserstoffthermometer genau verglichen wurde; jede Extrapolation würde zu ganz falschen Resultaten führen.

Nach misslungenen Versuchen mit einem Thermoelemente beschloss ich nun, die Bestimmung der kritischen Temperatur des Wasserstoffes vermittelst eines Platinthermometers vorzunehmen, welches auf der Abhängigkeit des Electricitätsleitungswiderstandes eines Platindrahtes von der Temperatur beruht. Auf die Anwendung dieses Grundsatzes beim Messen niedriger Temperaturen haben zwar schon Cailletet und Collardeau[1]), wie auch Guillaume[2]) aufmerksam gemacht, doch hat ihn in der Praxis thatsächlich zum erstenmal Witkowski[3]) angewendet. Die Versuche dieses Gelehrten zeigten, dass nach dem Wasserstoffthermometer das Platinthermometer

1) Cailletet u. Collardeau, Journ. de phys. 1888.
2) Guillaume. Arch. des sciences phys. et nat. de Genève, 1888.
3) Witkowski, Bull. intern. de l'Acad. des sciences de Cracovie Mai 1891.

beim Messen niedriger Temperaturen die grössten Vortheile bietet. Es erfordert zwar eine sorgfältige Vergleichung mit einem Wasserstoffthermometer, weil die Veränderungen des Leitungswiderstandes im Platin denjenigen der Temperatur nicht genau proportional sind, jedoch in diesen Grenzen, innerhalb welcher es mit einem Wasserstoffthermometer verglichen wurde, kann es zu sehr genauen und schnellen Bestimmungen niedriger Temperaturen verwendet werden. Angesichts dessen, dass die Curve, welche das Verhältniss der mittels eines Wasserstoffthermometers gemessenen Temperaturen zu den Widerstandsänderungen des Platins zum Ausdruck bringt, einer Geraden sehr nahe kommt, erachte ich es als zulässig, beim Messen sehr niedriger Temperaturen mittels des Platinthermometers eine nicht zu weit gehende Extrapolation anzuwenden, zumal dabei der Fehler, welcher aus der unvollkommenen Proportionalität der Widerstandsänderungen zu den Temperaturänderungen resultirt, nicht mehr als 0,5° bis 1° betragen dürfte.

Ein Platinthermometer in der von Witkowski angegebenen Form entspricht vielerlei praktischen Zwecken, besitzt jedoch nicht die erforderliche und bei den von mir vorgenommenen Versuchen unbedingt nöthige Schnelligkeit der Angaben. Die Ursache dieser ungenügenden Schnelligkeit des Witkowski'schen Thermometers ist der zu wenig feine Platindraht (0,06 mm im Durchmesser), welcher ausserdem behufs Isolirung noch mit Seide übersponnen und zwischen zwei concentrischen, aus sehr dünnem Kupferblech bereiteten Hülsen dicht eingeschlossen ist. Um das für meine Zwecke erwünschte Thermometer thunlichst empfindlich zu machen, trachtete ich nach Möglichkeit alles die Geschwindigkeit der Wärmeleitung Störende und Vermindernde zu beseitigen. Es wurde somit ein bei weitem feinerer Draht aus chemisch reinem Platin benutzt, der nur 0,025 mm im Durchmesser hatte und mit Seide gar nicht übersponnen wurde, wodurch er die Temperatur des ihn umgebenden Gases äusserst schnell annehmen konnte. Der Draht wurde spiralförmig auf einen sehr zarten, aus Ebonit oder aus dünnen Glimmerblättchen bestehenden Träger aufgewunden, und zwar derart, dass die einzelnen Windungen voneinander um 1 mm oder $^1/_2$ mm entfernt, nirgends miteinander in

Contact waren. Die Drahtwindungen wurden auch nicht mit Kupferblech umhüllt, sondern blieben in unmittelbarer Berührung mit dem sie umgebenden Wasserstoffe, wodurch die Wirkung des Thermometers ausserordentlich beschleunigt wurde.

Die Zusammenstellung des von mir zur Bestimmung der kritischen Temperatur des Wasserstoffes angewandten Apparates war grösstentheils dieselbe wie diejenige, die ich bei Bestimmung des kritischen Druckes dieses Gases an den oben angeführten Stellen beschrieben habe. Deshalb glaube ich mich bloss auf die Beschreibung derjenigen Theile des Apparates beschränken zu dürfen, welche in den jetzigen Versuchen eine Veränderung erlitten haben.

Solange es darauf ankam, den kritischen Druck des Wasserstoffes mittels der Expansionsmethode zu bestimmen, konnte ich nicht umhin, ein Glasgefäss anzuwenden, in welchem der abgekühlte Wasserstoff von hohem Drucke expandirt wurde, da es doch bei jenen Versuchen sich darum handelte, den Druck im Augenblicke des Aufkochens des Wasserstoffes zu beobachten, was wohl nur in einem durchsichtigen Gefässe möglich war. Nachdem aber der kritische Druck des Wasserstoffes bestimmt worden ist, durfte man das brüchige und keinerlei Sicherheit gewährende Glasgefäss gegen ein metallenes eintauschen. Nun konnte man die Versuche mit vollkommener Ruhe vornehmen, ohne eine Explosion befürchten zu müssen, was natürlich die Anwendung von Drahtmasken und anderen Vorsichtsmaassregeln entbehrlich machte. Das an der Stelle des gläsernen benutzte Metallgefäss konnte viel umfangreicher sein und erlaubte gleichzeitig die Expansion von beträchtlich höheren Anfangsdrucken auszuführen, was insgesammt die Expansion bedeutend erfolgreicher machte und zur Genauigkeit der Temperaturmessung im Augenblicke der Expansion viel beitrug.

Die auf Taf. I, Fig. 6 angegebene Zeichnung[1]) stellt den Querschnitt des zur Temperaturbestimmung des Wasserstoffes im Expansionsaugenblicke dienenden Apparates dar. *a* ist ein auf 220 Atm. Druck erprobtes Stahlgefäss, in welchem sich der aus Ebonit oder Glimmer verfertigte Träger *b* sammt dem um ihn gewundenen Platindraht befindet. Fig. 7 stellt

1) Die Dimensionen der Zeichnung entsprechen $^2/_3$ der natürlichen Grösse.

die horizontale Projection des Trägers dar. Das eine Ende des Platindrahtes ist an das kupferne Röhrchen *c* angelöthet, welches, durch den oberen Theil des Gefässes *a* herausragend, mit einer Klemmschraube *d'* versehen ist; das zweite Ende des nämlichen Platindrahtes ist an das untere Ende des isolirten Kupferdrahtes *e* angelöthet, welcher, in das Röhrchen *c* fest eingekittet, durch dasselbe durchgeht, und oben gleichfalls mit einer Klemmschraube *d* versehen ist.

Im Laufe meiner Versuche bediente ich mich dreierlei Träger verschiedener Grösse, aus Ebonit oder aus Glimmer. In einigen der ersten Versuchsreihen gebrauchte ich einen Ebonitträger, dessen Höhe 20 mm, der Durchmesser 12 mm betrug. Die Abstände zwischen den einzelnen Platindrahtwindungen betrugen je ein halbes Millimeter, und der Leitungswiderstand des ganzen Drahtes bei 0° C. 241,4 Ohm. Bei einem weiteren Versuche gebrauchte ich einen Ebonitträger von 11 mm Höhe und 10 mm Durchmesser; der Leitungswiderstand des ebenfalls in $^1/_2$ mm-Abständen aufgewickelten Drahtes betrug 117,5 Ohm. Bei meinen letzten Versuchen dagegen bediente ich mich eines aus dünnen Glimmerblättchen verfertigten Trägers, der 20 mm hoch war und 11 mm im Durchmesser hatte; der Leitungswiderstand des in Abständen je eines Millimeters aufgewickelten Platindrahtes betrug 104,9 Ohm. Auf die präcise Ausführung dieser Träger legte ich sehr grosses Gewicht. da wohl von der sorgfältigen Herstellung derselben die Genauigkeit der Temperaturmessungen in hohem Grade abhängig ist. Ich sorgte also dafür, die Träger aus schlechten Wärme- und Electricitätsleitern anzufertigen, dieselben möglichst leicht und ihre Flügel an den mit Platindraht in Berührung kommenden Stellen möglichst dünn zu machen, damit dadurch die Berührungspunkte des Trägers mit dem Platindrahte thunlichst unbedeutend seien. Die Ausführung des Trägers aus Ebonit ist bequemer, dafür sind diejenigen aus Glimmer bedeutend leichter, und zwar wiegt mein grösserer Ebonitträger sammt Platindraht 0,679 g, der kleinere sammt Platindraht 0,218 g, der Glimmerträger hingegen sammt Draht nur 0,177 g. Der Platindraht des letzteren Trägers wiegt 11 mg und ist etwa 595 mm lang. Das sehr dünnwandige Glasröhrchen *f*, welches den Träger *b*

umgiebt, isolirt ihn während der Wasserstoffexpansion von dem Einflusse der wärmeren Wände des Stahlgefässes *a*.

Der obere Theil des Stahlgefässes *a* ist mittels einer leicht schmelzbaren Wismuthlegirung dicht verschlossen. Die Röhre *g* dient als Zuleitungsröhre für den Wasserstoff, der sich in einer 3 l fassenden eisernen Flasche unter einem Drucke von 170 Atm. befindet. Der untere Theil des beschriebenen Apparates taucht in flüssigen Sauerstoff, dessen Temperatur durch Evacuiren bis zu -210^0 erniedrigt werden kann: der Kautschukstöpsel *h* dient zur Befestigung des Apparates in dem oberen Deckel des Sauerstoffbehälters. Die Drähte *k k'* dienen zur Einschaltung des ganzen Messapparates in eine Wheatstone'sche Brücke zum Zwecke der Widerstandsbestimmung des um den Träger gewundenen Platindrahtes. Zum Messen des Widerstandes gebrauchte ich den schwachen Strom eines einzigen Leclanché-Elementes und schwächte ihn noch durch Einschaltung eines 1000 Ohm betragenden Widerstandes; hierdurch wurde die erwärmende Einwirkung auf das Platinthermometer vermieden, welche sich ohne Einschaltung des äusseren Widerstandes unverkennbar zu bemerken gab.

Der Verlauf des Versuches war folgender:

Um die Abhängigkeitscurve der Widerstandsänderungen des Platinthermometers von den mittels eines Wasserstoffthermometers gemessenen Temperaturänderungen aufzeichnen zu können, tauchte ich den ganzen beschriebenen Apparat der Reihe nach in schmelzendes Eis, in ein Gemisch von fester Kohlensäure mit Aether, in flüssigen Sauerstoff unter atmosphärischem Druck und zuletzt in solchen unter vermindertem Druck von 15 mm Quecksilber, und bestimmte die Widerstände des Platinthermometers in den niedrigen Temperaturen: 0^0, $-78{,}2^0$, $-182{,}5^0$, $-208{,}5^0$, die mit einem Wasserstoffthermometer gemessen wurden. Es soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass die Temperatur des Kältegemisches von Aether und fester Kohlensäure nur dann constant ist ($-78{,}2^0$), wenn das Gemisch im Ueberschusse aus Kohlensäure besteht und eine butterartige Consistenz zeigt; sobald nur Aether sich an der Oberfläche abzuscheiden anfängt, steigt auch allmählich die Temperatur des Gemisches.

Die Widerstandsänderungen aller drei in meinen Versuchen gebrauchter Platinthermometer waren einander vollkommen proportional, und zwar waren sie, auf 1000 Ohm Widerstand bei 0° Temperatur umgerechnet:

Mittels Wasserstoffthermometers gemessene Temperatur:	Widerstand des Platinthermometers:
0°	1000 Ohm
− 78,2°	800 „
− 182,5°	523 „
− 208,5°	453 „

Einem Grade des Wasserstoffthermometers entsprechen also:

im Intervalle von	0°	bis	− 78,2°	. 2,557 Ohm
„ „ „	− 78,2°	„	− 182,5°	. 2,655 „
„ „ „	− 182,5°	„	− 208,5°	. 2,692 „

Die letztere Zahl, d. i. 2,692 Ohm = 1° benutzte ich bei der Extrapolation, um Temperaturen unter − 208,5°, bei welchen schon das Platinthermometer mit dem Wasserstoffthermometer nicht verglichen werden konnte, zu bestimmen. Indem ich nun annahm, dass die Widerstandsänderungen den Temperaturänderungen unter − 208,5° proportional bleiben, beging ich augenscheinlich einen Fehler, welcher jedoch, in Betracht der sehr unbedeutenden Krümmung der den obigen Zahlen entsprechenden Curve, nur gering sein konnte, um so mehr, als die extrapolirten Temperaturen nicht sehr tief unter − 208,5° lagen.

Um die Widerstände des Platinthermometers während der Expansion des Wasserstoffes von hohem Drucke zu messen, führte ich in das mittels flüssigen Sauerstoffes auf − 208,5° abgekühlte Stahlgefäss *a* Wasserstoff unter einem Drucke von 120 bis 160 Atm. ein. Durch entsprechende Verminderung des Widerstandes im Widerstandskasten war das Gleichgewicht in der Wheatstone'schen Brücke aufgehoben und es erfolgte ein bedeutender Ausschlag des Galvanometers. Nachdem der Wasserstoff im Stahlgefässe die Temperatur des ihn umgebenden flüssigen Sauerstoffes bereits angenommen hatte, unterwarf ich ihn einer langsamen Expansion, und zwar bis zu seinem kritischen Drucke (20 Atm.), wenn ich seine kritische Temperatur messen wollte, oder bis zum gewöhnlichen Atmosphärendrucke, wenn ich seine Siedetemperatur bestimmen wollte.

Infolge der Abkühlung des Platinthermometers während der Wasserstoffexpansion und der dieser Abkühlung entsprechenden Abnahme seines Widerstandes kehrte das Galvanometer zur Nullstellung zurück, wenn der Widerstand des Widerstandskastens so gewählt war, dass er dem Widerstande des Platinthermometers im Augenblicke der Expansion gleich kam. Falls beim ersten Versuche das Galvanometer nicht genau auf den Nullpunkt zurückkehrte, änderte ich den Widerstand des Widerstandskastens entsprechend und wiederholte die einzelnen Versuche solange, bis die gewünschte Galvanometerstellung erreicht worden ist. Auf diese Weise führte ich sechs Reihen von Versuchen aus und jede von ihnen bestand aus mehreren Bestimmungen der kritischen und der Siedetemperatur des Wasserstoffes. Wie schon erwähnt, gebrauchte ich bei diesen Versuchen drei Platinthermometer von verschiedener Grösse. Als Kältemittel bediente ich mich in fünf Experimenten flüssigen Sauerstoffes, welcher unter dem Drucke von 18 bis 12 mm Quecksilber siedete; in einem Experimente wandte ich flüssige Luft an, die unter ebenso niedrigem Drucke siedete. Die erhaltenen Resultate stimmten trotz bedeutender Schwierigkeiten in der Ausführung derartiger Experimente genügend überein. Es ergaben sich die mittleren Werthe, berechnet auf Grund mehrerer übereinstimmender Versuche und entsprechend dem Widerstande von 1000 Ohm bei der Temperatur 0°, wie folgt:

Der Wasserstoff wurde expandirt bis zum Drucke von:	Widerstand des Platinthermometers.	Die entsprechenden Temperaturen berechnet durch Extrapolation:
20 Atm. (kritischer Druck)	383 Ohm	– 234,5° (krit. Temp.)
10 „	369 „	– 239,7°
1 „	359 „	– 243,5° (Siedetemp.)

Aus Obigem ist zu ersehen, dass die kritische Temperatur des Wasserstoffes bei – 234,5° und seine Siedetemperatur bei – 243,5° liegt. In einer vorläufigen Mittheilung in Nature[1]) habe ich – 233° als die kritische Temperatur des Wasserstoffes und – 243° als dessen Siedetemperatur angegeben. Diese Zahlen differiren somit nur wenig von denen, die ich auf Grund mehrerer jetzt ausgeführter Versuche erhalten habe. Zieht man ausserdem in Betracht, dass die durch Extra-

1) Olszewski, Nature. 21. Nr. 1325. 1895.

polation berechneten Temperaturen aus oben angegebenn Gründen etwas zu niedrig ausfallen mussten, so sind vielleicht die ursprünglich angegebenen Zahlen sogar wahrheitsnäher.

Ich zeigte oben, auf welche Weise man vermittels der Expansionsmethode die Abhängigkeit der Temperatur vom Drucke des verflüssigten Gases sogar in dem Falle bestimmen kann, wenn uns die angewendeten Kältemittel nicht erlauben, die kritische Temperatur des Gases zu erreichen. Dieser Methode gegenüber könnte man folgende Einwendungen machen: zuerst könnte man fragen, woher wir die Gewissheit haben, dass Wasserstoffgas, dessen Temperatur höher als seine kritische ist, während der Expansion eine Temperatur annimmt, welche derjenigen des verflüssigten Gases entspricht, wenn es sich unter einem Drucke von 20 Atm., bez. einer Atmosphäre, befindet. Wenn es wirklich der Fall wäre, so könnte man weiter Zweifel hegen, ob das gebrauchte Platinthermometer genau die Temperatur des ihn umgebenden Gases im Augenblicke seiner Expansion annimmt. Um mich zu überzeugen, inwiefern diese Einwendungen gelten können, wandte ich dasselbe Verfahren an, dessen ich mich auch bei der Bestimmung des kritischen Druckes des Wasserstoffes bediente, d. h. ich vollführte eine Reihe analoger Versuche mit Sauerstoff, dessen kritische Temperatur und Druck, wie auch die Dampftensionen bei intermediären Temperaturen von mir bereits vorher unter Anwendung des Wasserstoffthermometers bestimmt wurden.[1])

Diese Versuche führte ich in der oben beschriebenen Weise aus, mit dem Unterschiede, dass ich die mit Wasserstoff unter 170 Atm. Druck gefüllte eiserne Flasche durch eine andere ersetzte, die Sauerstoff unter 110 Atm. Druck enthielt, und zum Kühlen des Stahlgefässes flüssiges, unter gewöhnlichem Atmosphärendruck siedendes Aethylen (-103^0) gebrauchte. Ich kühlte also den Sauerstoff unter dem Drucke von 110 bis 100 Atm. bis zu einer Temperatur ab, die um 16^0 höher war als seine kritische Temperatur, hernach unterwarf ich ihn einer Expansion bis zum Druck von 50,8 Atm. (kritischer Druck), von 32,6 Atm., von 19 Atm., von 10,2 Atm. und schliesslich bis zum gewöhnlichen Atmosphärendruck. Das

1) Olszewski, Compt. rend. **100.** p. 350. 1885.

Messen der Widerstände des Platinthermometers ging bei diesen Versuchen viel schneller vor sich, denn ich kannte aus meinen früheren Versuchen die Abhängigkeit der Temperatur des flüssigen Sanerstoffes von seiner Dampftension und konnte daher beinahe genau die Widerstände im voraus berechnen, welche vor der Expansion in die Wheatstone'sche Brücke eingeschaltet werden sollten. Die erzielten Resultate sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Die Tension des Sauerstoffs:	Die mittelst Wasserstoffthermometer bestimmte Temperatur:	Die Temperatur des flüssigen Sauerstoffs, gemessen mit dem Platinthermometer unter Anwendung der Expansionsmethode:
50,8 Atm. (kritischer Druck)	– 118,8° (kritische Temperatur)	– 118° bis – 119,2° (kritische Temperatur)
32,6 „	– 130,3°	– 130°
19 „	–	– 140,5°
10,2 „	– 151,6°	– 152°
1 „	– 181,4 bis – 182,7° (Siedetemperatur)	– 181,3° bis – 182,5° (Siedetemperatur)

Die beinahe unverhoffte Uebereinstimmung der mittels beider Methoden erhaltenen Resultate zeigt, dass die oben gemachten Einwendungen unbegründet sind und dass die Expansionsmethode zur Bestimmung der kritischen und der Siedetemperaturen der Gase mit gutem Erfolge anwendbar ist. Zur Uebereinstimmung der Resultate trug unzweifelhaft auch der Umstand bei, dass man die mittels eines Platinthermometers gemessenen Temperaturen nicht zu extrapoliren brauchte, sondern dieselben durch Interpolation berechnen konnte. Die Anfangstemperatur des Sauerstoffes, bei welcher er der Expansion von hohem Drucke unterworfen wurde, lag zwar nur um 16° höher als seine kritische Temperatur, wo hingegen die Anfangstemperatur des Wasserstoffes um 26° höher war als seine kritische. Den unvortheilhaften Einfluss, welchen dies auf das Messen der kritischen Temperatur des Wasserstoffes ausüben konnte, trachtete ich jedoch durch höheren Anfangsdruck des Wasserstoffes auszugleichen, welcher den bei Versuchen mit Sauerstoff angewendeten Anfangsdruck um 50 bis 60 Atm. überstieg.

Zu Gunsten dieser von mir angewandten Expansionsmethode spricht auch die Uebereinstimmung meiner Resultate mit denen durch die Theorie vorhergesehenen. Mein College,

Prof. L. Natanson, hat nämlich, noch bevor ich meine soeben beschriebenen Versuche angestellt hatte, auf Grund des Gesetzes der thermodynamischen Uebereinstimmnng die wahrscheinliche kritische und Siedetemperatur des Wasserstoffes berechnet[1]), und die von ihm angegebenen Zahlen weichen von den durch Versuche ermittelten nur unbedeutend ab. Ausserdem hat Prof. Natanson bewiesen, dass sich diese Methode durch thermodynamische Gesetze begründen lässt.[2])

Krakau, Chemisches Universitätslaboratorium.

1) L. Natanson, Bulletin International de l'Acad. des sciences de Cracovie, Mars. p. 93. 1895; Ztschr. f. physik. Chemie. 17. Heft 1.

2) L. Natanson, Bullet. Int. Avril. p. 130. 1895; Ztschr. f. physik. Chemie. 17. Heft 2.

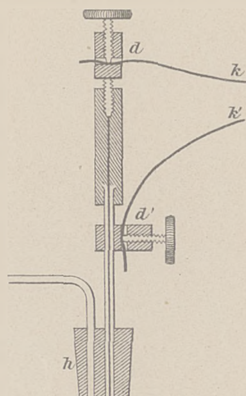


Fig. 6.

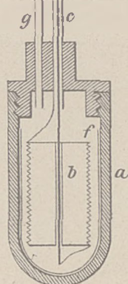


Fig. 7.




BOOKKEEPER 2012
0010170608